

УДК 681.518.3

С.А. Манцеров, К.В. Ильичев, А.М. Бремзен

**СИСТЕМА СБОРА И ПОДГОТОВКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ  
ДЛЯ УДАЛЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ**

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрена проблема построения подсистемы сбора и подготовки информации для удаленного использования. Приведена структурная схема измерительного канала, а также определены необходимые технические средства для ее физической реализации. Рассмотрены современные технологии обеспечения удаленного доступа к системе сбора и подготовки информации.

*Ключевые слова:* автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУ ТП), supervisory control and data acquisition (SCADA), сбор данных, open platform communications (OPC), мультиплатформенность, удаленный доступ, автоматизация, производство.

В настоящее время, характеризующееся жесткой конкуренцией, а также динамическим состоянием рынка, большое количество предприятий испытывает потребность в автоматизации. Даже самые консервативные и небогатые компании ощущают выгоду от использования компьютерных технологий. При этом за довольно небольшой период времени программное обеспечение претерпело колоссальные изменения, пройдя путь от простейших арифметических программ до комплексных информационных систем, функционирующих на больших предприятиях. Применение подобных современных информационных технологий позволяет качественно улучшить производственные показатели. Сегодня отрасль информационных технологий обладает тенденцией к всеобщей информатизации, виртуализации, а также интеграции знаний. Осуществляется последовательный переход к информационному обществу, электронному бизнесу, государству [1].

В связи с этим нельзя не отметить важность развития технических и программных средств, разрабатываемых для автоматизированных систем управления технологическим процессом на промышленных предприятиях. Чтобы обладать достоверной и своевременной информацией об управляемом объекте в полном объеме, следует решить проблему выбора характера и степени управляющих воздействий на этот самый объект. Поэтому неотъемлемой частью любой АСУ ТП является подсистема сбора и подготовки информации, которая служит для получения необходимых данных из внешней среды, а также приведения ее к определенному стандартизованному виду [2].

В результате проведенной работы была разработана концепция создания современной подсистемы сбора и подготовки информации для удаленного использования в рамках общей системы диспетчерского контроля и сбора данных SCADA-системы. В соответствии со структурной схемой распределенной архитектуры подсистемы сбора и подготовки информации, изображенной на рис. 1, основным элементом является устройство связи с объектом, которое, в свою очередь, и осуществляет сбор данных и управление объектом или процессом. Исходя из выбранной архитектуры, был применен стандарт Object Linking and Embedding (OLE) for Process Control (OPC), согласно которому программная связь с нижним уровнем в иерархической структуре АСУ ТП (различными датчиками, исполнительными устройствами) осуществляется через специальные драйверы, при этом межпрограммные связи реализуются через интерфейсы OLE. Передача информации между устройствами связи с объектом и клиентскими компьютерами производится при помощи промышленной сети, которая позволяет объединить каждый контроллер в единую систему, реализуя возможность обмениваться данными между собой, а также использовать вычислительные ресурсы центрального сервера.

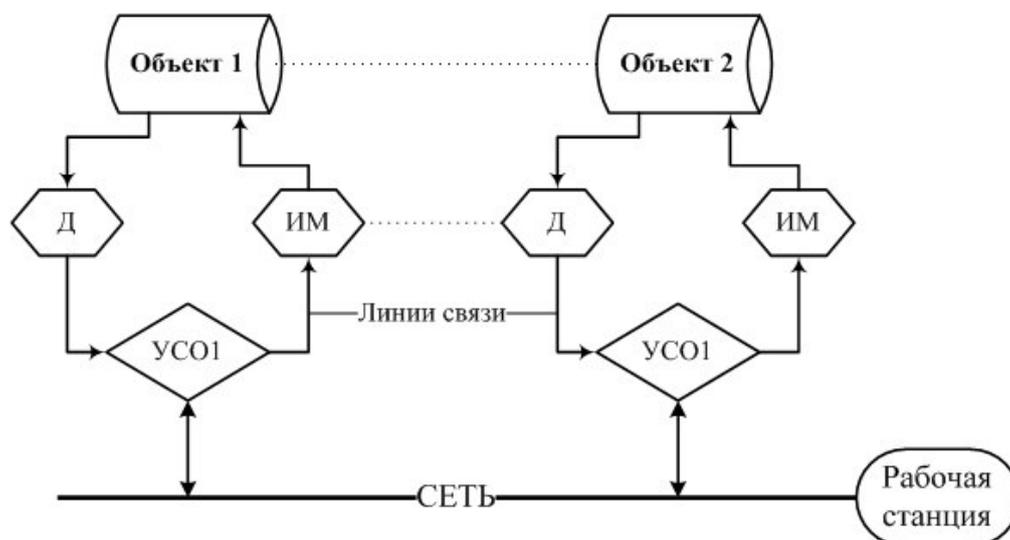


Рис. 1. Архитектура подсистемы сбора и подготовки информации распределенного типа

При этом следует отметить, что обмен данными между контроллерами практически отсутствует лишь при автономной работе каждого устройства. Именно в таком режиме работы и реализуются максимальные преимущества данной архитектуры [5]. К ним можно отнести:

- высокую скорость работы;
- высокую надёжность (прекращение работы любого контроллера не оказывает действие на дееспособность остальных);
- повышенную сопротивляемость отказам;
- упрощенное улучшение или перенастройку системы;
- более простой процесс усовершенствования;
- низкую сложность разработки, наладки, диагностики и сервиса в результате схожести строения системы строению объекта управления и сравнительной простоте любого из модулей системы;
- повышенную сопротивляемость помехам и высокую точность вследствие сокращения расстояния передачи аналоговых сигналов между датчиком и устройством ввода;
- уменьшение нужного количества кабельной продукции, низкие требования к ней и её не высокую стоимость;
- меньшие расходы на монтаж и обслуживание кабельного хозяйства.

Была решена задача определения рациональной структуры измерительного канала и необходимых технических средств для её реализации. Схема структуры информационного канала в обобщенном виде для проведения измерений приведена на рис. 2 [3].

В соответствии с данной схемой, в узлах  $0...4$  происходит процесс преобразования информации. В узле под номером  $0$  формируется информация  $A$  аналогового типа о состоянии объекта исследования или управления. Далее информация в узле под номером  $1$  трансформируется в более удобный вид для дальнейших преобразований  $A_n$ . Под данной трансформацией подразумевается преобразование неэлектрического сигнала в электрический, различное масштабирование, усиление и т.д. Далее преобразованный сигнал модулируется в целях передачи по линии связи и представляется в виде аналогового сигнала  $A_m$ , либо в виде дискретного  $D_m$  сигнала. Данные процессы происходят в узле 2. Узел  $3_1$  служит для демодуляции аналогового сигнала  $A_d$ . Аналогично узел  $3_2$  служит для демодуляции цифровых данных. Эта информация может преобразовываться в аналоговую  $A_d$ , либо в дискретную  $D$ . При этом аналоговая информация поступает в узел  $4_1$ , а дискретная – в узел  $4_2$ . Соответственно, эти узлы служат для проведения измерений и отображения соответствующего вида данных.

Следует отметить, что в определенных случаях носитель данных может из узла под

номером 1 поступать напрямую в узел под номером 4. Аналогично возможны варианты, когда информация в аналоговом представлении исключая этап нормирования поступает в узел под номером 2 [4].

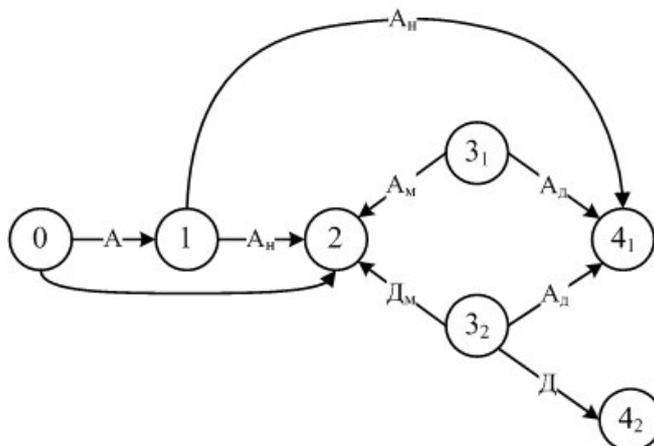


Рис. 2. Схема измерительного канала в обобщенном виде

Учитывая тот факт, что рассматриваемая система является многоканальной, а также большую удаленность объектов друг от друга, данная схема информационной модели подходит наилучшим образом. В соответствии с этим были использованы следующие технические средства для узла под номером 1:

- первичные измерительные преобразователи,
- унифицирующие измерительные преобразователи.

Узел под номером 2:

аналого-цифровые преобразователи:

- коммутаторы для соединения соответствующих источников данных к измерительному каналу,
- модуляторы,
- каналы связи.

Узел под номером 3<sub>2</sub>:

- преобразователь кодов,
- цифроаналоговые преобразователи,
- линии задержки.

В соответствии с выбранной технической составляющей на рис. 3 приведена структурная схема измерительной системы.



Рис. 3. Структурная схема измерительной системы

Рассмотрим SCADA-систему как совокупность трех основных структурных компонентов, изображенных на рис. 4 [5]. В целях обеспечения возможности совместной работы различных средств автоматизации, относящихся к различным аппаратным платформам, а также находящихся в разных промышленных сетях, был применен промышленный коммуникационный стандарт OPC.

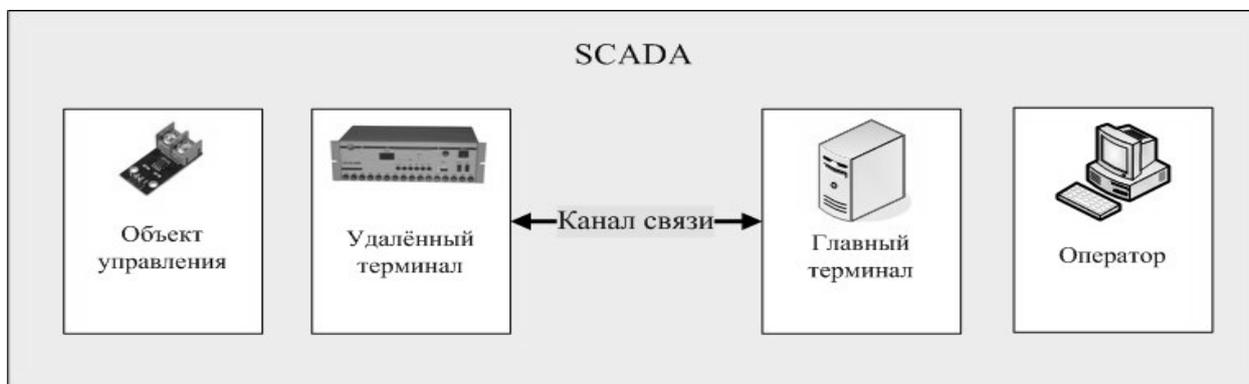


Рис. 4. Структурный состав SCADA-системы

Данный стандарт описывает интерфейс обмена данными между устройствами управления технологическими процессами [6]. При этом отпадает необходимость индивидуальной настройки драйверов под каждое аппаратное средство. На верхнем уровне располагается подсистема SCADA, функционирующая как OPC-клиент, а на нижнем уровне - контроллеры, модули ввода-вывода, датчики и исполнительные устройства со стандартным OPC-сервером. Схема данного взаимодействия изображена на рис. 5.

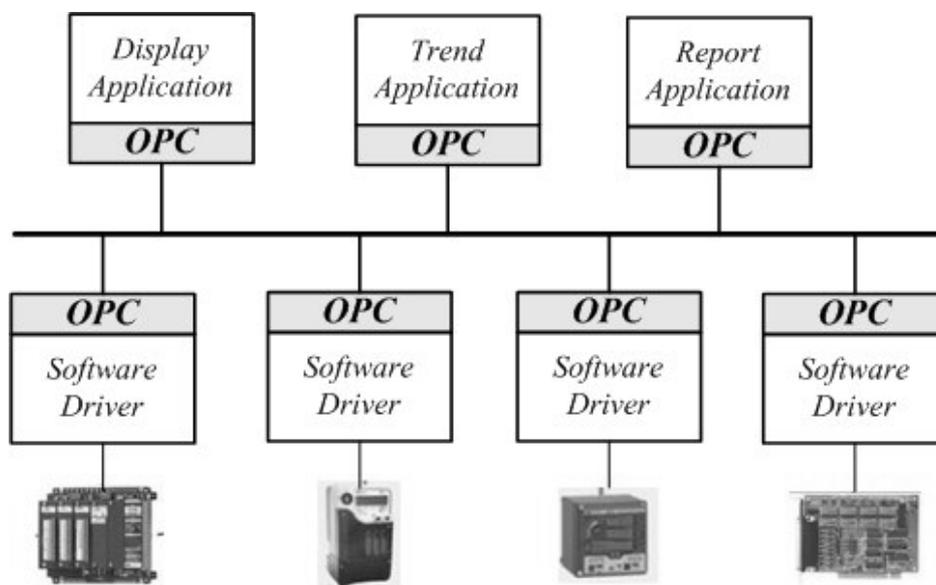
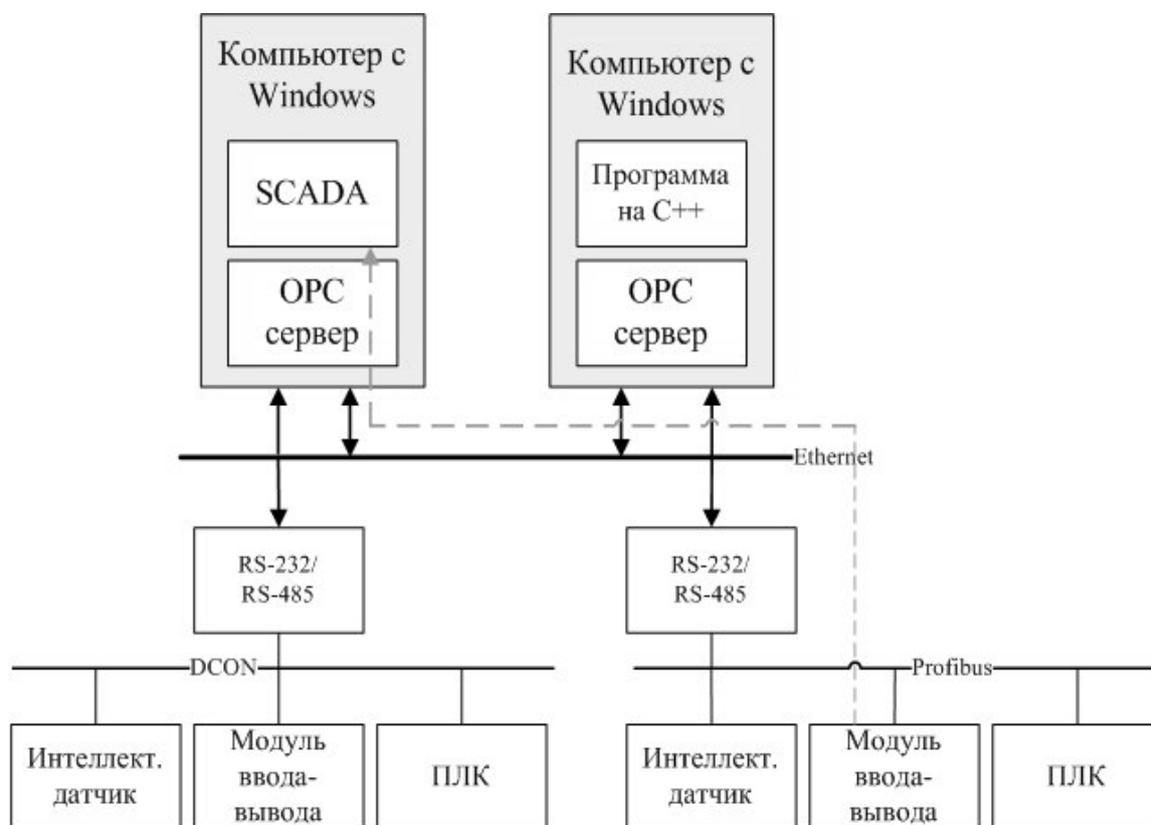


Рис. 5. Схема взаимодействия уровня приложений с аппаратной частью при помощи стандартизованного драйвера OPC

Кроме того, данный стандарт OPC используется и для реализации процесса обмена информацией с любым источником данных: базой данных, GPS-приемником и т.д. Для осуществления обмена данными с аппаратной частью и OPC-клиентом был использован сервер OPC DataAccess (OPC DA).

Передающаяся информация включает в себя три поля: значение, качество и временную метку. При этом параметр качества может включать в себя данные о выходе измеряемой ве-

личины за границы динамического диапазона, об отсутствии данных, ошибке связи и других. Для каждого подключенного тега установлена своя частота обновления прочтения данных в целях оптимальной загрузки процессора. Данные при этом читаются из кэш-буфера OPC-сервера. Имеется возможность установить статус определенных тегов в пассивный режим, при котором процессы обновления данных с физических устройств деактивируются. Процессы записи в физическое устройство выполняются сразу в устройство, либо синхронным методом, либо асинхронным, исключая промежуточную буферизацию. Особенность синхронного способа в том, что процессы записи выполняются до тех пор, пока из физического устройства не поступит подтверждение, что запись выполнена. При этом в течение этого времени клиент находится в режиме ожидания и не имеет возможности продолжать свою работу. В случае асинхронного режима клиент отправляет данные серверу и сразу продолжает свою работу. После окончания записи сервер отправляет клиенту соответствующее уведомление.



**Рис. 6. Архитектура подсистемы сетевого доступа к данным в системах автоматизации на основе OPC-технологии**

Схематическое изображение архитектуры системы, состоящей из OPC-серверов и OPC-клиентов, приведено на рис. 6. OPC-клиент выступает в качестве программы, поддерживающей внедрение COM-объектов, написанной на языке программирования C++. Данная программа осуществляет взаимодействие посредством интерфейса OPC Custom. OPC-сервер и OPC-клиенты реализуют свой функционал на операционных системах, поддерживающих технологию сетевого Distributed Component Object Model (DCOM) протокола. OPC-клиент и OPC-сервер установлены на разных компьютерах сети Ethernet. Каждый компьютер содержит OPC-сервер и подключенные к нему физические устройства.

При подобном устройстве каждый OPC-клиент с любого компьютера может обращаться к любому OPC-серверу, в том числе и к другому компьютеру сети. Это возможно благодаря сетевому DCOM протоколу, использующему удаленный вызов процедур (RPC). Так, на схеме указана штриховая линия, по которой SCADA может обратиться за данными к

модулю ввода-вывода шины Process Field Bus (Profibus). Также следует отметить, что при использовании оборудования разных производителей на компьютере или контроллере может быть установлено несколько OPC-серверов разных производителей, однако OPC-сервер монополюно занимает COM-порт компьютера (поскольку непрерывно выполняет обновление данных), поэтому количество портов должно быть равно количеству OPC-серверов. К разным портам компьютера могут быть подключены разные промышленные сети. В этом случае OPC-серверы используются в качестве межсетевых шлюзов [4].

В настоящее время реализация удаленного доступа к производственной и технологической информации различного промышленного оборудования, а также наличие возможности дистанционного управления ими стало стандартным требованием, предъявляемым к SCADA-системам. Также следует отметить, что наиболее перспективным направлением сейчас является использование планшетных ПК и смартфонов в целях обеспечения мобильного доступа к данным техпроцесса, а также для мониторинга и контроля состояния объекта.

Для удалённого управления системой через интернет SCADA-пакет был разделён на серверную и клиентскую части. Клиентская часть может быть представлена в виде страницы в веб-браузере, находящейся на веб-сервере, а также в виде клиентского приложения имеющего доступ к веб-серверу.

На веб-странице имеется специальный пользовательский интерфейс с графикой и анимацией. Анимация выполнена с использованием JScript, VBScript, Flash и GIF-файлов. Такая страница воспринимает действия пользователя (например, нажатие кнопок, заполнение форм и т.д.) и отправляет их на веб-сервер. В ответ формируется другая веб-страница, изменённая в соответствии с действиями пользователя. Для проверки правильности заполнения форм пользователем до передачи данных на сервер, а также для решения пользователем задач, не требующих обращения к серверу, применяются JavaScript и VBScript.

Для выполнения этих действий в среде Windows используется технология Active Server Pages (ASP.NET), позволяющая создавать веб-страницы, которые находятся на сервере и имеющие коды сценариев VBScript или C++. Результаты их выполнения отправляются с сервера клиенту. Данная технология используется на серверах Internet Information Server (IIS), управляемых Microsoft Windows Server.

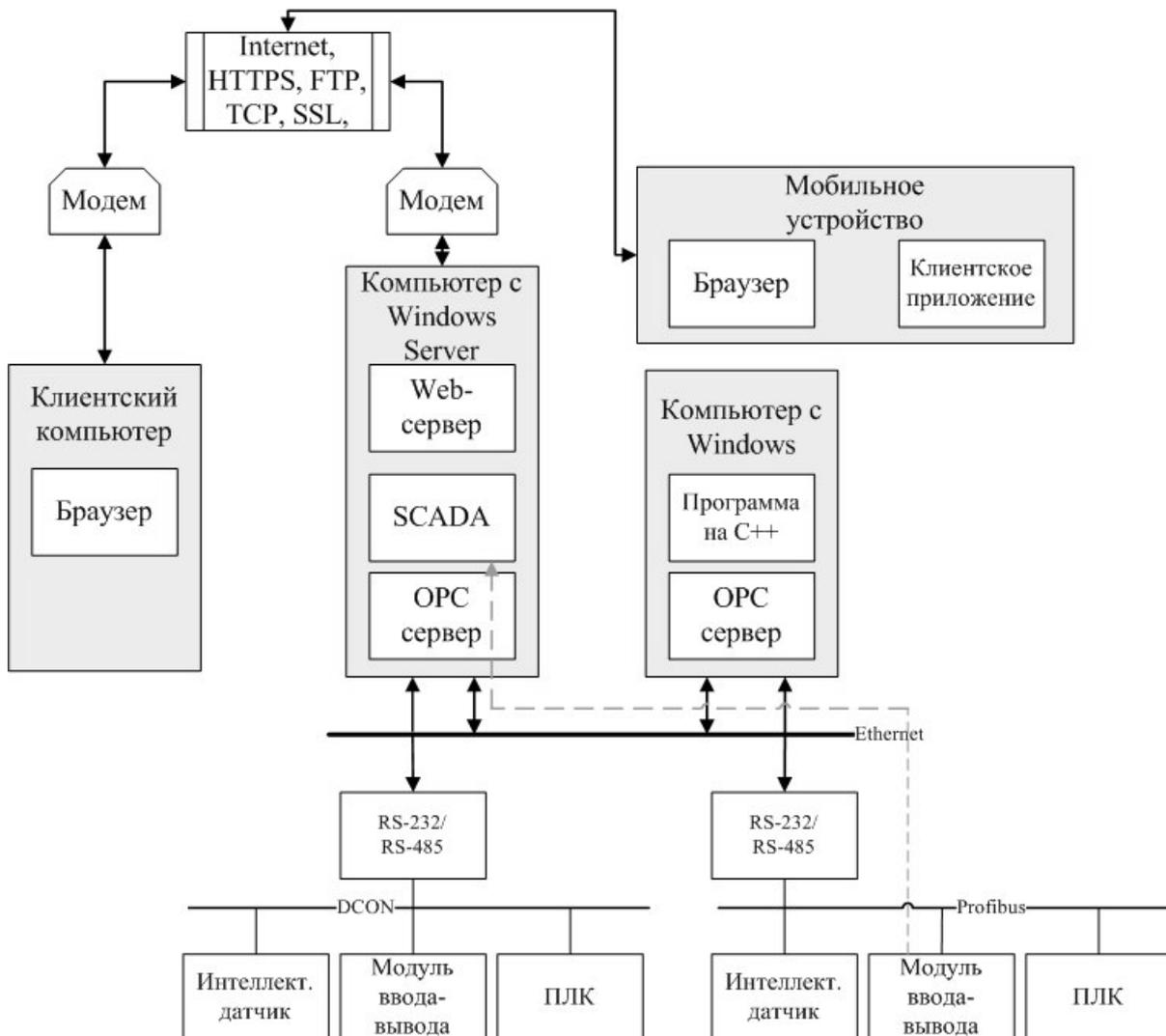
Так как большая часть визуальной составляющей интерфейса выполняется на клиентском компьютере, а с сервера принимаются лишь данные об объекте автоматизации, требования к пропускной способности интернет-канала невысоки.

Передача данных между клиентом и сервером осуществляется в виде Simple Object Access Protocol (SOAP) сообщений, использующие протокол Hyper Text Transfer Protocol Secure (HTTPS). Процессы, находящиеся на разных компьютерах и взаимодействующие между собой независимо от платформы, на которой они реализованы, могут быть активизированы SOAP.

Для получения данных с контроллера через интернет пользователю достаточно нажать специальную командную кнопку в окне браузера. Таким образом, серверу через интернет будет отправлен запрос в виде SOAP-сообщения. После его получения через TCP-порт 443, этот запрос будет отправлен на обработку ASP.NET, расположенному на веб-сервере. Сервис создаёт запрашиваемые данные либо передаёт управление специальной программе, взаимодействующей с контроллером с помощью OPC-сервера. В результате, полученные данные отправляются на страницу в веб-браузере пользователя.

В целях повышения безопасности используется разграничение доступа к системе между различными категориями пользователей. Во время захода пользователя на сервер операционной системой производится идентификация, после чего пользователю предоставляется информация, соответствующая его правам. Аутентификация пользователя использует удостоверение личности и пароль для проверки идентичности. Кроме того, для безопасности передачи информации применяется метод шифрования данных Secure Sockets Layer (SSL). Используя SSL-протокол, данные передаются в закодированном виде по HTTPS и расшифровать их можно только с помощью специального ключа. Для работы данного протокола на

сервере был установлен SSL-сертификат, благодаря которому осуществляется уникальная цифровая подпись веб-сайта.



**Рис. 7. Архитектура системы сбора и подготовки диагностической информации для удаленного использования**

В целях обеспечения большего удобства управления системой SCADA с мобильных устройств, имеется возможность осуществлять мониторинг и контроль за технологическими объектами посредством приложения на базе операционных систем Android. Данное приложение содержит ряд predetermined экранных форм и функций, аналогичных веб-сайту. На рис. 7 изображена общая схема архитектуры системы сбора и подготовки диагностической информации для удаленного использования.

Разработанная концепция системы сбора и подготовки диагностической информации, используя новейшие стандарты и инструменты удаленного доступа, основанные на веб-технологиях, а также технологиях мобильной связи, отвечает современным требованиям к SCADA-системам.

#### Библиографический список

1. История информатики и философия информационной реальности: учеб. пособие / под ред. Р.М. Юсупова, В.П. Котенко. – М.: Академический проспект, 2007.
2. Энциклопедия АСУТП [Электронный ресурс] // BookASUTP.ru: [сайт]. – URL: [http://www.bookasutp.ru/Chapter1\\_1\\_3.aspx](http://www.bookasutp.ru/Chapter1_1_3.aspx) (дата обращения 10.10.2017).

3. Куликовский, К. Л. Методы и средства измерений : учеб. пособие для вузов / К. Л. Куликовский, В. Я. Купер. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 448 с.
4. Системы сбора информации: учеб. пособие / Е. А. Русакова. – Екатеринбург: УрГУПС, 2016. – 259 с.
5. Кунцевич, Н. SCADA-системы, или муки выбора // Средства и системы компьютерной автоматизации: [сайт]. – URL: <http://asutp.ru/?p=600055> (дата обращения 15.10.2017).
6. Энциклопедия АСУТП [Электронный ресурс] // BookASUTP.ru: [сайт]. – URL: [http://www.bookasutp.ru/Chapter9\\_2.aspx](http://www.bookasutp.ru/Chapter9_2.aspx) (дата обращения 10.10.2017).

*Дата поступления  
в редакцию 10.11.2017*

**S.A. Mancеров, K.V. Ilichev, A.M. Bremzen**

### **SYSTEM OF COLLECTION AND STANDARDIZATION OF DIAGNOSTIC INFORMATION FOR REMOTE USE**

Nizhny Novgorod state technical university n. a. R. E. Alekseev

**Purpose:** Development of a subsystem for collecting and preparing information for remote use.

**Design/methodology/approach:** In this project, when developing the system, we used the industry standard OPC for the exchange of technological data.

**Findings:** The structure of the measuring channel is determined, as well as the necessary technical means for its physical realization.

**Research limitations/implications:** The development of this subsystem of information gathering provides the widest opportunities for the exchange of technological data, thereby enabling the integration of many diverse technologies into a single complex.

**Originality/value:** This article discusses the problem of creating a modern subsystem for collecting and preparing information for remote use within the overall system of dispatch control and data collection. The architecture of a subsystem of network access to data in automation systems based on OPC-technology is presented. A detailed description of the methods of building communication channels of the hardware and the upper level of applications is provided.

*Key words:* APCS, SCADA, data collection, OPC, multiplatform, remote access automation, industry.